



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

ESTUDI DEL CONTINGUT NUTRICIONAL DE VARIETATS TRADICIONALS I MILLORADES D'ENCIAM (*Lactuca sativa* L.)

Treball final de grau

Enginyeria de Sistemes Biològics

Autor: Andrea Bastías Álamo

Tutor: Josep Sabaté

Gener 2020

Resum

L'enciam (*Lactuca sativa* L.) és una hortalissa important en la dieta de l'ésser humà i la seva producció ha anat en augment en els últims darrers anys. Això és degut principalment al seu contingut nutricional, que aporta al consumidor un alt contingut d'aigua i molt poques calories. Aquesta darrera característica s'explica a què té baixes concentracions d'hidrats de carboni, lípids, proteïnes, etc. Tanmateix, el valor nutricional de l'enciam pot variar segons la varietat d'enciam i les condicions ambientals de conreu.

Amb l'objectiu d'avaluar l'efecte de la varietat i la localitat en el contingut nutricional de l'enciam, s'ha quantificat el contingut de matèria seca, sucres, nitrats, nitrats, clorurs i sulfats, d'una banda, en onze varietats d'enciam procedents d'una localitat i, d'altra banda, en quatre varietats d'enciam procedents de dues localitats. L'estudi es va dur a terme amb enciams procedents de l'agricultura ecològica, plantats durant el cicle d'estiu a la finca Eco Penedès (La Múnia, Vilafranca del Penedès) i a la finca d'Aurora del Camp (El Masnou, Maresme).

Els resultats de l'anàlisi verifiquen que la varietat d'enciam és un factor que influeix en el contingut de matèria seca, fructosa, glucosa, ràtio fructosa:glucosa, nitrats, nitrats i sulfats. En canvi, l'efecte de la localitat ha influït en el contingut de matèria seca, ràtio fructosa:glucosa i sulfats. No obstant això, en el contingut de sucres, s'observa que la localitat té importància si es té en compte la varietat d'enciam. Romana ha estat la varietat destacada pel seu alt contingut de sucres, però a la vegada és la varietat que presenta més concentracions de nitrats. Per tant, suggerim Kirina com la varietat més adient pel consum, ja que aportaria el major contingut de sucres respecte a la mínima ingesta de nitrats i nitrats a la dieta.

Paraules clau: enciam, valor nutricional, varietat, localitat

Resumen

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una hortaliza importante en la dieta del ser humano y su producción ha ido en aumento en los últimos años. Esto es debido principalmente a su contenido nutricional, que aporta al consumidor un alto contenido de agua y muy pocas calorías. Esta última característica se explica a que tiene bajas concentraciones de hidratos de carbono, lípidos, proteínas, etc. Sin embargo, el valor nutricional de la lechuga puede variar según la variedad de lechuga y las condiciones ambientales de cultivo.

Con el objetivo de evaluar el efecto de la variedad y la localidad en el contenido nutricional de la lechuga, se ha cuantificado el contenido de materia seca, azúcares, nitratos, nitritos, cloruros y sulfatos, por un lado, en once variedades de lechuga procedentes de una localidad y, por otra parte, en cuatro variedades de lechuga procedentes de dos localidades. El estudio se llevó a cabo con lechugas procedentes de la agricultura ecológica, plantadas durante el ciclo de verano en la finca Eco Penedés (La Múnia, Vilafranca del Penedés) y en la finca Aurora del Camp (El Masnou, Maresme).

Los resultados del análisis verifican que la variedad de lechuga es un factor que influye en el contenido de materia seca, fructosa, glucosa, ratio fructosa:glucosa, nitratos, nitritos y sulfatos. En cambio, el efecto de la localidad ha influido en el contenido de materia seca, ratio fructosa:glucosa y sulfatos. En cambio, en el contenido de azúcares, se observa que la localidad tiene importancia si se tiene en cuenta la variedad de lechuga. Romana ha sido la variedad destacada por su alto contenido de azúcares, pero a la vez es la variedad que presenta más concentraciones de nitratos. Por lo tanto, sugerimos Kirina como la variedad más adecuada para el consumo, ya que aportaría el mayor contenido de azúcares respecto a la mínima ingesta de nitratos y nitritos en la dieta.

Palabras clave: lechuga, valor nutricional, variedad, localidad



Abstract

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an important vegetable in the human's diet and its production increased in the last decade. This is mainly due to its nutritional content, which provides the consumer high amounts water content and very few calories. The latter feature is explained by its low concentrations of carbohydrates, lipids and proteins, among others. However, the nutritional value of lettuce can vary depending on the variety of lettuce and the environmental conditions of cultivation.

In order to evaluate the effect of variety and locality on the nutritional content of lettuce, the content of dry matter, sugars, nitrates, nitrites, chlorides and sulphates has been quantified, in eleven varieties of lettuce from one locality, and in four varieties of lettuce from two localities. The study was carried out with lettuce from organic farming, planted during the summer cycle on the estate Eco Penedès (La Múnia, Vilafranca del Penedès) and on the farm Aurora del Camp (El Masnou, Maresme).

Results show that lettuce variety is a relevant factor that influences the concentrations of dry matter, fructose, glucose, ratio fructose:glucose, nitrates, nitrites and sulphates in lettuce tissues. In addition, locality influenced the content of dry matter, ratio fructose:glucose and sulphates. Regarding, in the content of sugars, it is observed that locality is important when the effect of variety in study variables has been considered or standardised. Romana has been noted for its high sugar content, but at the same time it has the highest nitrate concentration. Therefore, we suggest Kirina as the most suitable variety for consumption, as it would provide the highest sugar content with respect to the minimum intake of nitrates and nitrites in the diet.

Keywords: lettuce, nutritional value, variety, locality

Agraïments

Agrair al Joan Casals, no només l'oportunitat de participar en aquest projecte, sinó els ànims i la motivació donada. Al meu tutor, Josep Sabaté, per la dedicació, consells i correccions.

Gràcies als meus pares pel suport incondicional i els ànims. Al meu germà que, malgrat la distància, seguim connectats. Gracias yayos por enseñarme y darme tanto.

Ha estat una gran experiència i, durant tot el procés, he après molt.



Sumari

ÍNDIX DE FIGURES	6
ÍNDIX DE TAULES	7
1. INTRODUCCIÓ	8
1.1. Valor nutricional	8
1.1.1. Influència de la diversitat varietal al valor nutricional de l'enciam	10
1.1.2. Influència ambiental al valor nutricional de l'enciam	11
1.2. Producció d'enciam a Catalunya	11
1.3. Efecte de la concentració de nitrats i nitrits en l'enciam sobre la salut humana	13
2. OBJECTIUS	15
3. MATERIALS I MÈTODES	16
3.1. Material vegetal i disseny experimental	16
3.2. Mètodes de laboratori i anàlisi de dades	18
3.3. Anàlisi estadístic	20
4. RESULTATS I DISCUSSIÓ	21
4.1. Estadística descriptiva	21
4.2. Efecte varietat	23
4.3. Efecte localitat	28
CONCLUSIONS	31
BIBLIOGRAFIA	32
ANNEX	35

Índex de figures

Figura 1. Valors mitjans de les variables estudiades per les onze varietats d'enciam procedents de la finca Eco Penedès (Vilafranca del Penedès); Cada color representa un tipus varietal: verd (Fulla de roure verd), vermell (Fulla de roure vermell), Groc (Meravella) i blau (Llarg); 'ns' no significatiu. _____25

Figura 2. Valors mitjans de les variables estudiades per les quatre varietats d'enciam procedents de la finca Eco Penedès (Vilafranca del Penedès) i de la finca Aurora del Camp (Maresme). * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, 'ns' no significatiu. _____30

Índex de taules

- Taula 1. Contingut de nutrients de diferents tipus varietals d'enciam, per 100 g de producte comestible (Mou, 2009). _____ 9
- Taula 2. Dades de la superfície i producció d'enciam a Catalunya segons l'Institut d'Estadística de Catalunya (any 2018). _____ 12
- Taula 3. Dades anuals del consum a les llars d'hortalisses fresques a Catalunya registrades pel departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de Catalunya (Peres & Fruit, 2013). _____ 12
- Taula 4. Contingut màxim de nitrats permesos en els productes alimentaris segons el reglament (UE) N o 1258/2011 de la comissió del 2 de desembre de 2011 que modifica el Reglament (CE) n o 1881/2006. _____ 14
- Taula 5. Varietats d'enciam tradicionals i millorades utilitzades a l'estudi depenent de la localitat conreada i l'experiment realitzat. _____ 17
- Taula 6. Estadístics descriptius pel total de mostres ($N_{\text{mostres}} = 102$), on \bar{x} és la mitjana (La matèria seca va ser expressada com g/100g MF, mentre que la resta de variables van ser expressades com mg/g MF), SE és l'error estàndard, CV és el coeficient de variació (%), SEL és l'error estàndard de laboratori i CV_{SEL} és el coeficient de variació de l'error estàndard de laboratori (%). _____ 22
- Taula 7. Correlacions bivariades de Pearson (R) per cada variable amb $N = 11$; on * és correlació significativa en el nivell 0,05 (bilateral) i ** és correlació significativa en el nivell 0,01 (bilateral) i ns és no significatiu. _____ 27
- Taula 8. Resultats del model ANOVA per les variables estudiades. Es mostra la significació pel factor varietat, localitat i la interacció (Varietat x Localitat); * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ i *** $p < 0,001$, 'ns' no significatiu. _____ 29

1. Introducció

L'enciam (*Lactuca sativa* L.) és una hortalissa que s'utilitza principalment per la preparació d'amanides. Es cultiva àmpliament a tots els continents, especialment a les regions temperades i subtropicals. Avui en dia, dos terços de la superfície total cultivada es troba a Àsia i els Estats Units, produint aproximadament una cinquena part de l'enciam al món. L'enciam també es conrea en grans zones de l'Europa occidental, Índia, Japó, Mèxic i Turquia (Oliver, 2013).

L'enciam és un dels vegetals més consumits en la dieta de l'ésser humà. Això és degut al seu valor nutricional, caracteritzat per un baix contingut energètic i alta concentració d'aigua als teixits. No obstant, el contingut nutricional de l'enciam pot variar en funció de la varietat i de les condicions ambientals de conreu (Mou, 2012). Per tant, entendre la influència d'aquesta hortalissa en la dieta de l'ésser humà requereix una avaluació de com el valor nutricional dels seus teixits varia segons aquests factors.

1.1. Valor nutricional

El baix contingut energètic de l'enciam s'associa a la baixa concentració de nutrients (hidrats de carboni, proteïnes, greixos, entre d'altres) en els seus teixits (Mou, 2009). Els hidrats de carboni de l'enciam constitueixen entre un 51 i 61% del pes sec total i s'estructuren majoritàriament en forma de sucres (Taula 1), principalment fructosa i glucosa. Aquests sucres són els responsables de la dolçor de l'enciam, característica ben preuada pels consumidors. A més, la fructosa té un poder edulcorant doble que la glucosa. Per tant, enciams amb elevats continguts en sucres i una ràtio fructosa:glucosa superior a 1 tendeixen a ser més dolços i per tant més consumits. L'enciam és ric en macronutrients com el nitrogen, fòsfor i potassi. Per estequiometria, el nitrogen és probablement el principal macronutrient present en els teixits de l'enciam. Les principals formes de nitrogen assimilables per l'enciam són amoni (NH_4^+), nitrat (NO_3^-) i nitrit (NO_2^-) que constitueixen al voltant del 5% del nitrogen total disponible al sòl (Liu, Sung, Chen, & Lai, 2014). L'enciam també conté vitamines, entre les més destacades es troben la vitamina A, C, E, B1, B2, B3, B9 i K.



Un factor rellevant que defineix la importància de l'enciam en la dieta és el fet que es menja cru. Això és degut al fet que els vegetals que es mengen crus conserven més quantitat de nutrients respecte als cuits (Kim, Moon, Tou, Mou, & Waterland, 2016). D'altra banda, Steven (1974) indica que, entre les trenta-nou fruites i verdures més consumides als Estats Units, l'enciam ocupa el vint-i-sisè lloc pel que fa al valor nutricional. Tanmateix, per aquesta mateixa classificació l'enciam escala al quart lloc tenint en compte el seu alt consum. En altres paraules, l'enciam no és un aliment que aportï un alt contingut de nutrients però el seu elevat consum i el fet que es mengi cru fa que sigui un aliment important en la dieta.

Taula 1. Contingut de nutrients de diferents tipus varietals d'enciam, per 100 g de producte comestible (Mou, 2009).

Nutrient	Meravella	Trocadero	Fulla de roure vermell	Fulla de roure verd	Llarg	Espàrrec
Aigua (g)	95,60	95,60	95,60	95,10	94,60	
Energia (kcal)	14	13	16	15	17	
Proteïna (g)	0,90	1,35	1,33	1,36	1,23	0,60
Lípids totals (g)	0,14	0,22	0,22	0,15	0,30	0,10
Hidrats de carboni (g)	2,97	2,23	2,26	2,79	3,29	1,90
Fibra (g)	1,2	1,1	0,9	1,3	2,1	
Sucres total (g)	1,97	0,94	0,48	0,78	1,19	
Vitamina A (IU)	502	3312	7492	7405	8710	33
Vitamina B6 (mg)	0,042	0,082	0,100	0,090	0,074	
Vitamina C (mg)	2,8	3,7	3,7	18,0	24,0	1,0
Vitamina E (mg)	0,18	0,18	0,15	0,29	0,13	
Vitamina K (mg)	24,1	102,3	140,3	173,6	102,5	
Vitamina B9 (µg)	29	73	36	38	136	
Vitamina B3 (mg)	0,123	0,357	0,321	0,375	0,313	0,500
Àcid pantotènic (mg)	0,091	0,150	0,144	0,134	0,142	
Vitamina B2 (mg)	0,025	0,062	0,077	0,080	0,067	0,020
Vitamina B1 (mg)	0,041	0,057	0,064	0,070	0,072	0,030
Quercetina (mg)	0,1	3,9	8,3	7,8	5,5	
Calci (mg)	18	35	33	36	33	7
Ferro (mg)	0,41	1,24	1,20	0,86	0,97	2,00
Magnesi (mg)	7	13	12	13	14	
Fòsfor (mg)	20	33	28	29	30	31
Potassi (mg)	1,41	2,38	1,87	1,94	2,47	
Sodi (mg)	10	5	25	28	8	
Zinc (mg)	0,15	0,20	0,20	0,18	0,23	
Coures (mg)	0,025	0,016	0,028	0,029	0,048	
Manganès (mg)	0,125	0,179	0,203	0,250	0,155	
Seleni (µg)	0,1	0,6	1,5	0,6	0,4	

1.1.1. Influència de la diversitat varietal al valor nutricional de l'enciam

Segons Mou (2008) hi ha sis tipus principals d'enciams classificats per la seva taxonomia. Aquests són l'enciam meravella (var. *Capitata* L. *nidus jaggeri* Helm), l'enciam trocadero (var. *Capitata* L. *nidus tenerima* Helm), l'enciam llarg o romà (var. *Longifolia* Lam., var. *Romana* Hort. In Baley), l'enciam fulla de roure (var. *acephala* Alef., syn. var. *secalina* Alef., syn. var. *crispa* L.), l'enciam espàrrec (var. *angustana* Irish ex Bremer, syn. var. *asparagina* Bailey, syn. L. *angustana* Hort. In Vilm) i l'enciam llatí.

El valor nutricional de l'enciam varia segons el tipus varietal (Taula 1). En general, això és degut a la disposició de les fulles. El valor nutricional d'enciams amb fulles més tancades serà menor respecte enciams amb fulles obertes, ja que dificulta l'entrada de llum i per tant l'absorció de nutrients i la posterior síntesi de compostos orgànics complexos (DuPont, Mondin, Williamson, & Price, 2000). Per exemple, l'enciam meravella es caracteritza per tenir l'estructura de les fulles més compacta i esfèrica i per tant, sol tenir un contingut nutricional més baix. Contràriament, l'enciam fulla de roure té la posició de les fulles més obertes, per la qual cosa té un valor nutricional més elevat. Tot i que aquest patró és consistent per diferents nutrients (Taula 1), el contingut de sucres entre varietats no sembla seguir aquesta tendència.

Estudis previs suggereixen que, entre totes les tipologies d'enciams conegudes, la matèria seca i les concentracions de sucres són més elevades a les fulles interiors que a les exteriors. En canvi, els nitrats són més elevats a les fulles exteriors (Siomos et al., 2002). Les majors concentracions de nitrats es troben en tipus varietals de fulles arrissades (Maynard, 1979). Segons Santamaria, Elia, Serio, & Todaro (1999) l'enciam meravella acumulava aproximadament la meitat del nitrat que l'enciam trocadero i l'enciam llarg.

1.1.2. Influència ambiental al valor nutricional de l'enciam

El valor nutricional de l'enciam està influenciat per factors ambientals com ara la llum, la temperatura, la humitat, les concentracions de CO₂ a l'atmosfera i el contingut d'aigua al sòl. Per tant, en el cas del cultiu a l'aire lliure, on els enciams estan exposats directament a les condicions ambientals, és importat estudiar la localitat i l'estació de l'any per cultivar l'enciam.

Kees Reinink (1993) va observar que períodes amb major intensitat de llum podrien ser associats a increments del percentatge de matèria seca en l'enciam. Per tant, la localitat de conreu pot influenciar el contingut d'aigua de l'enciam. A més, també s'ha observat influència de la localitat en el contingut de nitrats. Aquest efecte podria ser degut a la quantitat d'aigua disponible durant el cicle de conreu, que podria afavorir l'oxidació de nitrit a nitrat en els teixits de l'enciam (Valdés, 2015). Aquest efecte ha estat també observat en altres plantes (Cantliffe, 1972). A més l'augment de salinitat produït per clorurs, pot produir una disminució dels nitrats (Niñirola, Conesa, & Fernández, 2007) i augment de sucres (Sakamoto, KoGI, & Yanagisawa, 2014).

1.2. Producció d'enciam a Catalunya

Els voltants del mar Mediterrani és una zona amb unes condicions agroclimàtiques ideals per a la producció d'enciam a causa de la temperatura i hores de llum. Les principals produccions d'enciam a Catalunya es troben a les comarques de Baix Llobregat, el Maresme i el Baix Camp (Taula 2). Tot i ser un aliment molt consumit a Catalunya (Taula 3), l'estudi del contingut nutricional de varietats tradicionals i millorades aquestes zones no és molt ampli.

Taula 2. Dades de la superfície i producció d'enciam a Catalunya segons l'Institut d'Estadística de Catalunya (any 2018).

	Superfície agrícola (ha)	Producció agrícola (t)
Barcelona	255	6.137
Girona	184	4.493
Lleida	93	2.283
Tarragona	298	7.450
Catalunya	830	20.363

Taula 3. Dades anuals del consum a les llars d'hortalisses fresques a Catalunya registrades pel departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de Catalunya (Peres & Fruit, 2013).

	Volum (milers kg)	Valor (milers €)	Consum per càpita (kg)	Despesa per càpita (€)
2013	525.394,91	871.114,28	77,43	128,38
2014	486.817,97	799.905,47	75,00	123,23
2015	482.516,57	845.854,25	72,75	127,54
2016	484.861,18	859.772,72	65,87	116,80
2017	458.878,08	856.015,35	65,33	121,87
2018	476.717,52	889.501,81	67,75	126,40



1.3. Efecte de la concentració de nitrats i nitrits en l'enciam sobre la salut humana

El contingut de nitrats en els vegetals és un aspecte important de la seva qualitat, íntimament relacionada amb la salut del consumidor (Sánchez, 2010). El nitrat és relativament poc tòxic però pot transformar-se en nitrit per reducció bacteriana tant en els aliments (durant el procés de processat i emmagatzematge) com dins de l'organisme (a la saliva o tracte gastrointestinal). Els nitrits a la sang poden estimular l'oxidació del ferro de l'hemoglobina produint metahemoglobinèmia, que incapacita el transport de l'oxigen. D'altra banda, els nitrats reaccionen amb els aminoàcids dels aliments a l'estómac, produint nitrosamines i nitrosamides, substàncies que han demostrat tenir efectes cancerígens (Mirvish, 1983). En aquest sentit, el Comitè Mixta FAO/OMS d'Expertes en Additius Alimentaris (JEFCA) ha avaluat el risc del consum de nitrats i nitrits per a la salut humana ("Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain," 2008). Van establir un mateix valor de referència toxicològic: Ingesta Diària Admissible (IDA) de 3,7 mg/kg pes viu en el cas dels nitrats i 0,07 mg/kg pes viu pels nitrits. Per tant, una persona de 70kg no pot ingerir una quantitat superior a 259 mg NO_3^- i 4,9 mg NO_2^- diaris. La Comissió Europea ha legislat indicant els continguts màxims de nitrats permesos en els aliments per enciams conreats en hivernacle i a l'aire lliure en diferents èpoques de l'any ("Statement on possible public health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables," 2016) (Taula 4).

Taula 4. Contingut màxim de nitrats permesos en els productes alimentaris segons el reglament (UE) N o 1258/2011 de la comissió del 2 de desembre de 2011 que modifica el Reglament (CE) n o 1881/2006.

Tipus de cultiu	Període de collita	Lloc de collita	mg NO ₃ ⁻ /kg
Enciam fresc (Enciams d'hivernacle i conreats a l'aire lliure excepte enciam Iceberg)	Del 1 d'octubre al 31 de març	Hivernacle	5000
		Aire lliure	4000
	Del 1 d'abril al 30 de setembre	Hivernacle	4000
		Aire lliure	3000
Enciam Iceberg		Hivernacle	2500
		Aire lliure	2000

2. Objectius

El present treball s'emmarca dins del projecte anomenat Selecció de varietats tradicionals i millorades d'enciam per produccions ecològiques en cicle d'estiu, que va dur a terme la Fundació Miquel Agustí i l'empresa Arreu. El projecte pretén proporcionar als productors ecològics d'enciam dades tècniques per facilitar l'elecció de varietats d'enciam aptes per ser conreades durant el cicle d'estiu. Aquestes varietats han d'assegurar un bon rendiment de producció, és a dir, garantir la resistència a les plagues i malalties, limitar els problemes d'espigat, el cabdellat i proporcionar un contingut nutricional mínim pel consum de l'ésser humà. Dins d'aquest marc general, el nostre objectiu és avaluar com el contingut nutricional de l'enciam varia segons la varietat d'enciam i la localitat de conreu. Per dur a terme aquest objectiu, es va estimar el percentatge de matèria seca i les concentracions de sucres i nitrats, d'una banda, en onze varietats d'enciam procedents d'una localitat i, d'altra banda, en quatre varietats d'enciam procedents de dues localitats diferents.

3. Materials i mètodes

3.1. Material vegetal i disseny experimental

Per dur a terme aquest estudi s'han utilitzat enciams ecològics de varietats tradicionals i millorades, conreats a l'aire lliure durant el cicle d'estiu. Els enciams estudiats van ser sembrats el dia 27/06/2019 en una planterista i trasplantats el 23 i 24/07/2019. Els enciams van ser collits el 04/09/2019 i van ser trasllats el mateix dia a l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB).

Per avaluar com afecta la varietat en el contingut nutricional de l'enciam, es van seleccionar onze varietats d'enciam de la finca Eco Penedès (La Múnia, Vilafranca del Penedès): Kirke, Kirina, Querido, Eglantine, Mathix, Meravella, Arena, Commodore, Romana, Rumina i Tres ulls. Per avaluar com afecta la localitat en el contingut nutricional de l'enciam, es van seleccionar quatre varietats d'enciam de dues finques agrícoles, la finca d'Aurora del Camp (El Masnou, Maresme), i la finca Eco Penedès: Clarinsky, Corcovado, Kirke i Tres ulls (Taula 5). Dues d'aquestes varietats d'enciam es van utilitzar pels dos experiments. Es van fer servir només quatre varietats d'enciam per analitzar l'efecte localitat degut a l'elevada incidència de danys causats per ocells a la finca Aurora del Camp.

Es va fer servir un disseny de blocs aleatoritzats, amb tres repeticions per varietat. A la finca Aurora del Camp es van utilitzar eines manuals per a un treball vertical i suau al sòl, sense remenar. Abans de la plantació es va aportar un compost equilibrat en superfície. A la finca Eco Penedès es va fer una gestió tradicional amb un treball del sòl amb cultivador i fresadora. La irrigació es va fer amb reg localitat a les dues finques. Per al control de l'eruga es va aplicar un tractament de spinosad el dia 23 d'agost a la finca Eco Penedès, autoritzat en producció ecològica. Una setmana abans de la plantació es va realitzar una anàlisi de nitrats del sòl (mètode Nitracheck) amb diferents punts de mostreig, per assegurar una disponibilitat equivalent a 100 UF N.

Taula 5. Varietats d'enciam tradicionals i millorades utilitzades a l'estudi depenent de la localitat conreada i l'experiment realitzat.

Varietats millorades d'enciam				
Varietat	Tipus varietal	Casa de llavors	Localitat	Experiment
Kirke	Fulla de roure verd	Rijk Zwaan	Vilafranca/Maresme	Localitat/Varietat
Kirina	Fulla de roure verd	Rijk Zwaan	Vilafranca	Varietat
Querido	Fulla de roure verd	Vilmorin	Vilafranca	Varietat
Eglantine	Fulla de roure vermell	Vilmorin	Vilafranca	Varietat
Mathix	Fulla de roure vermell	Vitalis	Vilafranca	Varietat
Arena	Meravella	Vilmorin	Vilafranca	Varietat
Commodore	Meravella	Rijk Zwaan	Vilafranca	Varietat
Clarinsky	Meravella	Rijk Zwaan	Vilafranca/Maresme	Localitat
Corcovado	Meravella	Vilmorin	Vilafranca/Maresme	Localitat
Romana	Llarg	Vitalis	Vilafranca	Varietat
Rumina	Llarg	Syngenta	Vilafranca	Varietat
Varietats tradicionals d'enciam				
Varietat	Tipus varietal	Origen	Localitat	Experiment
Tres ulls	Llarg	FMA/ESAB	Vilafranca/Maresme	Localitat/Varietat
Meravella	Meravella	FMA/ESAB	Vilafranca	Vilafranca

3.2. Mètodes de laboratori i anàlisi de dades

Per cada varietat d'enciam es van agafar tres rèpliques biològiques. De cada enciam es va seleccionar la part comestible, eliminant les fulles velles exteriors i el nucli intern. Les fulles restants es van netejar amb aigua de l'aixeta, trossejar en trossos petits amb un ganivet i separar en dues meitats, fent dues rèpliques tècniques per cada enciam. Cada meitat es va guardar en bosses de plàstic etiquetades en un congelador a -20°C, servint com a mostra pel posterior anàlisi de la determinació de matèria seca i del contingut de sucres i nitrats.

La determinació de matèria seca de cada mostra d'enciam es va dur a terme per assecatge en una estufa (model TCF 400) a 60°C durant 72h. El pes de les mostres abans i després de l'assecatge es va mesurar amb una balança (model KERN AEJ200-4CM) amb una precisió de 0,0001 g.

El percentatge de matèria seca (%MS) es va calcular seguint la següent fórmula

$$\%MS = 100 \frac{P_{\text{saf+sec}} - P_{\text{saf}}}{P_{\text{saf+fresc}} - P_{\text{saf}}} \quad (3-1)$$

On $P_{\text{saf+sec}}$ és el pes de la safata amb l'enciam sec, P_{saf} és el pes de la safata i $P_{\text{saf+fresc}}$ és el pes de la safata amb l'enciam fresc.

El contingut de sucres i nitrats en l'enciam es va quantificar amb l'extracte obtingut de la trituració del material vegetal i posterior dilució d'aquests compostos. Per la preparació de l'extracte es van pesar aproximadament 50 g d'enciam i 15 g d'aigua destil·lada amb una precisió de 0,1 g. Aquests dos components es van traspasar a una trituradora neta i seca obtenint un puré homogeni. Es van introduir uns 30 g de puré en tubs de centrífuga enumerats i es van centrifugar a 4000 rpm, durant 10 minuts a 4°C. El contingut de cada tub va ser filtrat en un matràs aforat de 100 ml utilitzant un embut i paper de filtre. Els tubs van ser centrifugats tres cops, introduint prèviament 15 g d'aigua destil·lada. Un cop es va filtrar, l'extracte líquid resultant es va enrasar amb aigua destil·lada i barrejar per homogeneïtzar-lo. Finalment cada extracte es va introduir en quatre tubs diferents i es va congelar.

La glucosa, fructosa i sacarosa van ser analitzades simultàniament per cromatografia líquida (HPLC). Prèviament a la seva injecció en el cromatògraf, les mostres i els patrons es van filtrar amb filtres de xeringa de niló de 0,45 µm de diàmetre de porus. Es va preparar un patró conjunt de 30 g/L dels tres sucres i a partir d'aquest, per dilució es van obtenir patrons de diversa concentració. La màquina utilitzada estava equipada amb dues bombes Beckman 110B, un injector Hewlett Packard Series 1100 i un detector d'índex de refracció Beckman 156. Les condicions de treball eren sota una columna Tracer Carbohidrats NH₂ (5 µm, 250 mm x 4.6 mm), un volum d'injecció de 20 µL, un caudal d'1,4 ml/min, temperatura ambient, una fase mòbil Acetonitril: Aigua (75: 25) i un gradient isocràtic.

Els nitrats es van analitzar mitjançant electroforesi capil·lar. El patró es va preparar a partir d'una solució mare individual de nitrats de 50 mg/L i a partir d'aquest, per dilució els de 25, 10 i 5 mg/l. L'equip utilitzat (Hewlett Packard HP 3DCE) té les següents característiques: un capil·lar de sílice fosa, 50 µm de diàmetre intern i 56 cm de longitud, injecció de 50 mbar en 4 s, voltatge de -30 kV, temperatura de 30°C i detecció espectrofotomètrica a una λ = 350 nm i referència a 245 nm. L'electròlit utilitzat va ser àcid piromelític 2,25 mM, hidròxid d'hexametoni 0,75 mM, trietanolamina 1,6 mM, hidròxid sòdic 6,5 mM, a pH 8,5. Aquest mètode va donar simultàniament el contingut de nitrats, clorurs i sulfats.

La unitat d'anàlisi de l'ESAB donava el contingut de sucres i nitrats en la mostra expressat en g/L d'extracte. A partir d'aquestes dades es va calcular els mg sucre/g matèria fresca per fructosa, glucosa i sacarosa segons la fórmula 3-2. Les concentracions de nitrats, nitrats, clorurs i sulfats es van calcular de la mateixa manera.

$$c_{Ssmf} \frac{\text{mg Sucre}}{\text{g enciam}} = \frac{c_s \text{ g Sucre}}{1 \text{ L E}} \cdot \frac{1000 \text{ mg Sucre}}{1 \text{ g Sucre}} \cdot \frac{V_E \text{ L E}}{\text{mpt g puré}} \cdot \frac{(\text{me} + \text{mw}) \text{ g puré}}{\text{me g enciam}}$$

$$= \frac{1000 c_s V_E}{\text{mpt}} \cdot \frac{(\text{me} + \text{mw})}{\text{me}} \cdot \frac{\text{mg Sucre}}{\text{g enciam}} \quad (3-2)$$

On c_{Ssmf} és la concentració de sucre sobre l'enciam fresc (mg sucre/g enciam), c_s és la concentració de sucre en l'extracte (mg sucre/L extracte), mpt és la quantitat de puré introduït a la centrifuga (g), me és la quantitat d'enciam que conté el puré (g), mw és la quantitat d'aigua introduïda per preparar el puré (g), V_E és el volum de l'extracte (L).

3.3. Anàlisi estadístic

Amb les dades obtingudes es va calcular la mitjana de les rèpliques tècniques i es va avaluar la reproductibilitat dels mètodes d'anàlisi de referència mitjançant l'error estàndard de laboratori (SEL) (Plans, Simó, Casañas, & Sabaté, 2012), calculat com

$$SEL = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{i,1} - x_{i,2})^2}{2N}} \quad (3-3)$$

On $x_{i,1}$ i $x_{i,2}$ són els valors de cada rèplica tècnica i N és el nombre total de mostres. Assumint que les dues rèpliques tècniques tenen la mateixa composició. Per quantificar el grau d'homogeneïtat de les variables estudiades independentment de la seva escala, es va calcular el coeficient de variació (CV) per cada variable. El CV es va expressar en percentatge. Els valors baixos reflecteixen una baixa variabilitat entre mostres mentre que els valors més alts indiquen el contrari.

Per explorar les diferències del contingut nutricional en l'enciam entre les diferents varietats estudiades, es va fer servir una anàlisi de la variància (ANOVA). En aquest model, la matèria seca, glucosa, fructosa, ràtio fructosa:glucosa, nitrats, nitrits, clorurs i sulfats van ser utilitzats com variables dependents i la varietat i la localitat com a factors fixes. Considerem varietat i localitat com efectes fixes ja que van ser seleccionats prèviament. El test ANOVA va ser seguit d'un test post-hoc de Tukey per explorar diferències entre varietats per cada variable estudiada. L'assumpció del model ANOVA, per la qual les variables han de seguir una distribució normal, va ser avaluada mitjançant el test Shapiro Wilk.

Per analitzar les relacions entre variables es va calcular el coeficient de correlació de Pearson (R). Els valors utilitzats van ser les mitjanes de les rèpliques biològiques dels onze enciams.

Els programes utilitzats durant l'estudi van ser l'Excel, R i SPSS statistics. L'anàlisi estadístic contempla significació $\alpha < 0,05$.



4. Resultats i discussió

4.1. Estadística descriptiva

A la taula 6 es mostren estadístics descriptius pel nombre total de mostres d'enciam estudiades ($N_{\text{mostres}}=102$). El percentatge de matèria seca presenta una mitjana de 5,98%, oscil·lant entre 4,85 i 9,27% com a valor mínim i màxim, respectivament. Aquests valors es mouen d'acord amb estudis previs (Mou, 2012).

En referència als sucres, la concentració de fructosa va mostrar una mitjana de 3,76 mg/g MF, oscil·lant entre 0,84 i 7,52 mg/g MF. La concentració de glucosa va mostrar una mitjana de 4,48 mg/g MF, oscil·lant entre 1,70 i 10,16 mg/g MF. En general, les concentracions de glucosa han estat superiors a les de fructosa. No s'ha observat presència de sacarosa en cap de les mostres. Poulsen, Johansen, & Sørensen (1995) tampoc va observar concentracions significatives de sacarosa en la majoria de varietats estudiades.

El contingut de nitrats va mostrar una mitjana de 0,59 mg/g MF, oscil·lant entre 0,01 i 1,34 mg/g MF. Cap de les mostres sobrepassa les concentracions màximes de nitrats permeses en els productes alimentaris segons el reglament de la Unió Europea (Taula 4), que en aquest cas, per enciams conreats a l'aire lliure i en cicle d'estiu, és de 3 mg/g MF. Per tant, segons les concentracions de nitrats tots els enciams estudiats són aptes pel consum. Pel que fa als nitrits, part de les mostres tenen concentracions per sota del mínim de detecció i altres poden arribar fins a valors màxims de 0,65 mg/g MF.

A més del contingut de nitrats i nitris, també s'ha observat presència de clorurs i sulfats a les mostres. El contingut de clorurs presenta una mitjana de 0,81 mg/g MF, oscil·lant entre 0,35 i 1,43 mg/g MF i el contingut de sulfats presenta una mitjana de 0,16 mg/g MF, oscil·lant entre 0,09 i 0,28 mg/g MF.

Considerant el total de mostres analitzades, s'observa que el coeficient de variació (CV) varia entre variables. Els nitrits presenten el CV més elevat (194,88%) indicant que, independentment de l'escala de mesura, és la variable amb les mostres més heterogènies. Això s'explica perquè en diverses mostres no s'ha observat presència de

nitrits. El CV de la fructosa, glucosa i nitrats varien en menor mesura sent 46,72, 32,74 i 53,76%, respectivament. Els clorurs, sulfats i matèria seca presenten els valors de CV més baixos sent 26,18, 25,71 i 13,70%, respectivament.

Finalment, el coeficient de variació de l'error estàndard de laboratori (CV_{SEL}) indica que les mostres de nitrits varien molt entre rèpliques tècniques (74,93%). Pel que fa a la resta de variables, presenten un CV_{SEL} baix, oscil·lant entre 4,77 i 14,13%. Per tant, per aquestes variables la fiabilitat dels resultats és més alta respecte als nitrits.

Taula 6. Estadístics descriptius pel total de mostres ($N_{mostres} = 102$), on \bar{x} és la mitjana (La matèria seca va ser expressada com g/100g MF, mentre que la resta de variables van ser expressades com mg/g MF), SE és l'error estàndard, CV és el coeficient de variació (%), SEL és l'error estàndard de laboratori i CV_{SEL} és el coeficient de variació de l'error estàndard de laboratori (%).

	\bar{x}	Rang	SE	CV	SEL	CV_{SEL}
Matèria seca	5,98	4,85-9,27	0,08	13,70	0,29	4,77
Fructosa	3,76	0,84-7,52	0,17	46,72	0,22	5,87
Glucosa	4,48	1,70-10,16	0,15	32,74	0,25	5,51
NO_3^-	0,59	0,01-1,34	0,03	53,76	0,08	14,13
NO_2^-	0,08	0,00-0,65	0,01	194,88	0,06	74,93
Cl^-	0,81	0,35-1,43	0,02	26,18	0,06	7,69
SO_4^{2-}	0,16	0,09-0,28	0,00	25,71	0,01	5,51

4.2. Efecte varietat

S'observen diferències significatives entre les onze varietats d'enciam per les variables estudiades. No obstant, pel cas dels clorurs les diferències no són significatives ($p=0,09$) (Figura 1g).

El percentatge de matèria seca varia significativament entre varietats ($p<0,05$) (Figura 1a). Rumina mostra el percentatge de matèria seca més elevat entre varietats (7,27%), mentre que Eglantine presenta els valors més baixos (5,18%). Per la resta de varietats, el percentatge de matèria seca es troba entre aquests valors. Quan s'agrupen les varietats en tipus varietals, aquestes diferències es mantenen ($p<0,05$), és a dir, el percentatge mitjà de matèria seca és superior en el tipus llarg (6,65%) i inferior en el tipus fulla de roure vermell (5,33%).

Les concentracions de fructosa i glucosa i la ràtio fructosa:glucosa varien significativament entre varietats ($p<0,001$ en els tres casos) (Figura 1b,c,d). La varietat Romana presenta concentracions de fructosa i glucosa superior a la resta de varietats (6,86 mg/g MF i 5,41 mg/g MF respectivament). Kirke és la varietat que conté menys concentració de fructosa (1,80 mg/g MF) mentre que Querido presenta la menor concentració de glucosa (2,35 mg/g MF). Pel que fa la ràtio fructosa:glucosa, Commodore presenta major ràtio (1,33 mg/g MF) i Kirke una ràtio menor (0,41 mg/g MF). Tenint en compte el tipus varietal, també s'observen diferències significatives en aquestes variables ($p<0,001$ en els tres casos). El tipus llarg i meravella tenen unes concentracions més altes de fructosa (5,83 i 5,61 mg/g MF respectivament) i fulla de roure verd les concentracions més baixes (2,49 mg/g MF). El tipus llarg presenta les concentracions més altes de glucosa (4,66 mg/g MF) mentre que fulla de roure vermell les més baixes (3,27 mg/g MF). Tots els tipus varietals presenten una ràtio fructosa:glucosa similars i superiors a 1, excepte fulla de roure verd que presenta una ràtio fructosa:glucosa per sota dels altres tipus varietals i inferior a 1 (0,73).

Les concentracions de nitrats i nitrits varien significativament entre varietats ($p<0,001$ en els dos casos) (Figura 1e,f). La varietat Romana presenta les concentracions de nitrats més elevades (0,96 mg/g MF) mentre que Rumina i Meravella les concentracions més baixes (0,12 mg/g MF i 0,18 mg/g MF, respectivament). Les concentracions de nitrats difereixen segons el tipus varietal ($p<0,05$). Tanmateix, l'anàlisi test post-hoc de Tukey no

reflecteix diferències significatives entre els quatre tipus varietals, degut probablement a la gran variabilitat entre les varietats del tipus llarg. Per explorar aquest efecte, s'ha realitzat un model ANOVA excloent el tipus llarg. Aquest test reflecteix que el tipus meravella presenta concentracions inferiors respecte fulla de roure verd i vermell. Per tant, la gran variabilitat entre varietats del tipus llarg podria amagar les diferències de nitrats entre tipus varietals. Pels nitrats, s'observen les concentracions més elevades en Rumina (0,50 mg/g MF), per les varietats Kirina, Kirke, Querido, Eglantine, Mathix i Romana no s'observa presència de nitrats. Considerant el tipus varietal, s'observen diferències ($p < 0,01$) entre meravella i llarg, que presenten concentracions de nitrats majors que 0, respecte fulla de roure verd i vermell, que les concentracions de nitrats estan per sota del límit de detecció.

Les diferències en les concentracions de clorurs no és significativa entre varietats, no obstant, per tipus varietal si ho és ($p < 0,01$) (figura 1g). Fulla de roure verd presenta concentracions de clorurs majors (0,92 mg/g MF) i llarg concentracions menors (0,61 mg/g MF). Les concentracions de sulfats varien entre varietats d'enciam ($p < 0,001$) (Figura 1h). Querido és la varietat que presenta concentracions de sulfats superiors (0,22 mg/g MF) en canvi, Tres ulls conté concentracions més baixes (0,10 mg/g MF). La resta de varietats presenten concentracions similars. Pel tipus varietal també hi ha diferències ($p < 0,01$), sent el tipus fulla de roure verd el que més concentració de sulfat presenta (0,18 mg/g MF) i llarg el que menys (0,13 mg/g MF). En aquestes dues sals, tot i observar-se diferències, el rang de valors no és ampli.

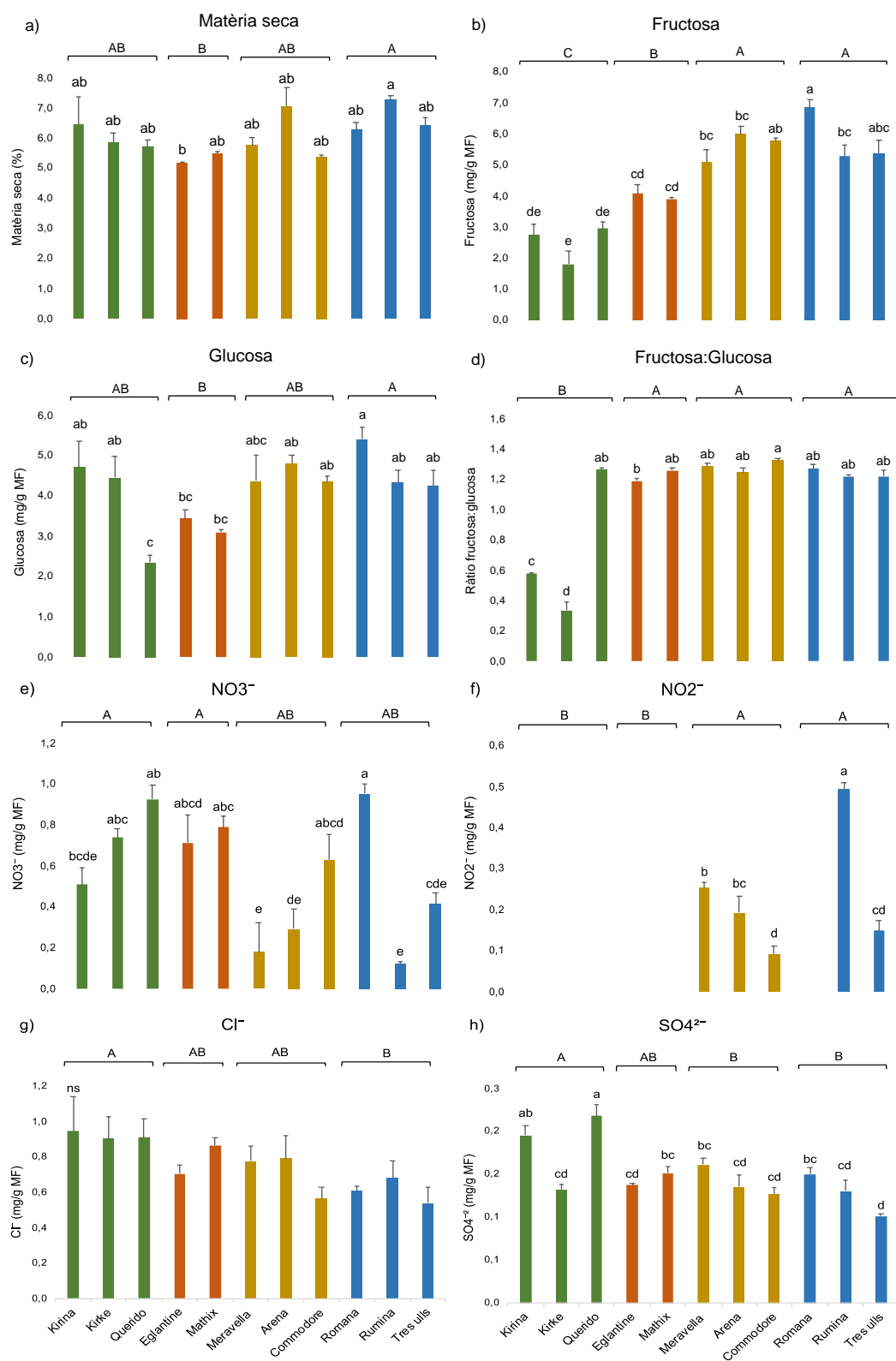
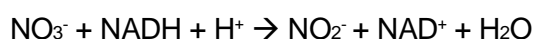


Figura 1. Valors mitjans de les variables estudiades per les onze varietats d'enciam procedents de la finca Eco Penedès (Vilafranca del Penedès); Cada color representa un tipus varietal: verd (Fulla de rostre verd), vermell (Fulla de rostre vermell), Groc (Meravella) i blau (Llarg); 'ns' no significatiu.

El fet que en algunes mostres s'hagin detectat presència de nitrits i en d'altres no, podria indicar una contaminació durant l'experiment. No obstant això, s'observa que les mostres que contenen nitrits pertanyen a certes varietats, mentre que les altres varietats presenten concentracions de nitrits per sota del límit de detecció en totes les rèpliques. Per tant, la presència de nitrits en l'enciam podria estar explicada per trets propis de certes varietats i no per un factor de contaminació. Efectivament, l'anàlisi de correlació mostra que, tenint en compte les onze varietats d'enciam, existeix una relació negativa ($R=-0,828$, $p<0,01$) entre la concentració de nitrats i nitrits (Taula 7). Això es podria explicar per la reducció/oxidació entre nitrits i nitrats que es produeix de forma natural per l'acció de l'enzim reductasa segons la reacció (Valdés, 2015)



Suggerim que aquesta reacció podria estar controlada pel contingut d'aigua a l'enciam, ja que s'observa una correlació positiva ($R=0,587$, $p<0,05$) entre matèria seca i nitrits i una correlació negativa ($R=-0,707$, $p<0,05$) entre matèria seca i nitrats. És a dir, com més contingut d'aigua presenta una certa varietat d'enciam, més concentració de nitrats i menys concentració de nitrits s'observa. Per exemple, Rumina és la varietat amb un percentatge de matèria seca més elevat, una concentració de nitrats menor i una major concentració de nitrits (Figura 1a,e,f). Reinink et al., (1987) indiquen que l'augment de matèria seca s'associa a una major concentració de soluts orgànics al vacúol (en enciams principalment fructosa i glucosa), que redueix la necessitat d'absorció de nitrats per la planta. Per tant, factors que controlin el contingut d'aigua a l'enciam durant el cicle de conreu poden ser claus per determinar el seu contingut de nitrats. En aquest sentit, especulem que enciams conreats durant el cicle d'hivern, exposats a una major disponibilitat d'aigua i una menor evapotranspiració, podrien presentar més contingut d'aigua respecte als mateixos enciams conreats a l'estiu, en conseqüència, concentracions de nitrats més elevades.

Kim et al., (2016) observen una correlació negativa entre sucres i nitrats. La demanda de nitrats l'explica com una acumulació específica de sucres, reemplaçant el nitrat com a osmòtic. En aquest cas, no s'ha observat correlació significativa entre sucres i nitrats (Figura Annex 1). Malgrat això, aquesta relació adquireix un caràcter significatiu quan s'exclou la varietat Romana ($R=-0,678$, $p<0,001$). Per tant, la varietat d'enciam pot ser determinant en la relació entre sucres i nitrats. D'altra banda, s'observa correlació



negativa ($R=-0,766$, $p<0,01$) entre les variables fructosa i clorurs i correlació positiva ($R=0,663$, $p<0,05$) entre clorurs i sulfats.

Taula 7. Correlacions bivariades de Pearson (R) per cada variable amb $N = 11$; on * és correlació significativa en el nivell 0,05 (bilateral) i ** és correlació significativa en el nivell 0,01 (bilateral) i ns és no significatiu.

	Matèria seca	Fructosa	Glucosa	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Matèria seca	1	ns	ns	-0,707*	0,587*	ns	ns
Fructosa		1	ns	ns	ns	-0,766**	ns
Glucosa			1	ns	ns	ns	ns
NO₃⁻				1	-0,828**	ns	ns
NO₂⁻					1	ns	ns
Cl⁻						1	0,663*
SO₄²⁻							1

Tenint en compte els nostres resultats, suggerim que Romana podria ser una varietat d'interès pel que fa a les altes concentracions de sucres. No obstant això, les concentracions de nitrats en aquesta varietat, tot i no superar les concentracions màximes permeses, són les més elevades entre les varietats estudiades. Ara bé, si tenim en compte la importància relativa entre les concentracions de sucres i les concentracions de nitrats i nitrits en l'elecció de la varietat d'enciam, dividint la quantitat de sucres totals entre la suma de nitrats i nitrits a l'enciam, s'obtenen valors que oscil·lant entre 36,64 i 5,21 mg sucres/mg N, sent Kirina la varietat que presenta els valors més alts i Comodore els més baixos. Per tant, Kirina podria ser la varietat que porti major contingut de sucres respecte a la mínima ingesta de nitrats i nitrits.

4.3. Efecte localitat

Les concentracions de fructosa, glucosa, nitrats, nitrits i clorurs no presenten diferències entre les localitats de Vilafranca i el Maresme (Taula 8). Això podria ser degut al fet que les diferències en les condicions de conreu entre les dues localitats no han estat tant importants per influenciar el contingut nutricional de l'enciam. Una altra opció és que l'efecte de la localitat en aquestes variables estigui ocult per una alta variabilitat entre varietats. Com es pot observar, la interacció entre varietat i localitat és significativa pel que fa a les concentracions de fructosa i glucosa ($p < 0,05$ en els dos casos) (Taula 8), indicant que, per aquestes dues variables, la localitat és important si es té en compte l'efecte de la varietat d'enciam. Efectivament, Tres ulls manifesta majors concentracions de fructosa a Vilafranca que al Maresme ($p < 0,05$) (Figura 2b), mentre que Clarinsky, Corcovado i Kirke mostren concentracions similars entre localitats. Tanmateix, Clarinsky presenta majors concentracions de glucosa al Maresme ($p = 0,07$) i Tres ulls a Vilafranca ($p = 0,06$) (Figura 2c). Corcovado i Kirke, presenten concentracions de glucosa similars entre les dues localitats. Tres ulls mostra una ràtio fructosa:glucosa superior a Vilafranca respecte al Maresme ($p < 0,05$) (Figura 2d).

Pel que fa a la matèria seca, s'observen diferències significatives ($p < 0,05$) entre localitats. La interacció entre varietat i localitat és marginalment significativa ($p = 0,065$), és a dir, l'efecte de la localitat és diferent segons la varietat considerada. Tres ulls presenta un percentatge de matèria seca més elevat a Vilafranca ($p < 0,05$) (Figura 2a), mentre que Clarinsky, Corcovado i Kirke no presenten diferències entre localitats.

No s'observen diferències de nitrats, nitrits i clorurs entre les dues localitats. La interacció entre varietat i localitat per aquestes variables és no significativa. Això suggereix que la localitat no és un factor important per nitrats, nitrits i clorurs independentment de les varietats d'enciam considerades (Figura 2e,f,g). Les concentracions de sulfats difereixen entre localitats ($p < 0,05$). Concretament, Kirke i Tres ulls manifesten més concentracions al Maresme respecte a Vilafranca ($p < 0,05$ i $p < 0,001$ respectivament) (Figura 2h).

Taula 8. Resultats del model ANOVA per les variables estudiades. Es mostra la significació pel factor varietat, localitat i la interacció (Varietat x Localitat); * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ i *** $p < 0,001$, 'ns' no significatiu.

	Varietat	Localitat	Varietat x Localitat
Matèria seca	***	*	0,065
Fructosa	***	ns	*
Glucosa	***	ns	*
Ràtio fructosa:glucosa	***	*	ns
NO₃⁻	ns	ns	ns
NO₂⁻	**	ns	ns
Cl⁻	*	ns	ns
SO₄²⁻	***	*	*

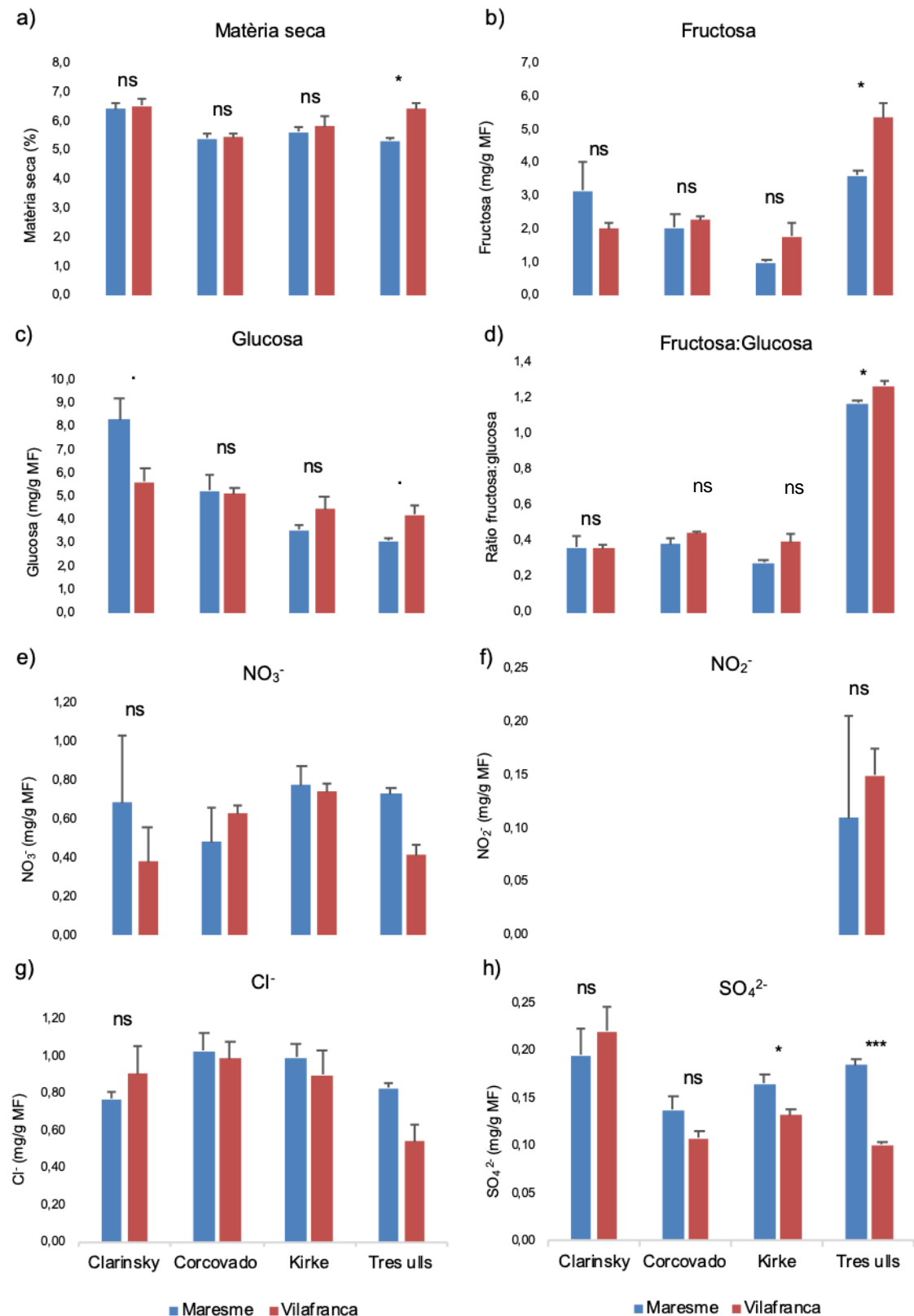


Figura 4. Valors mitjans de les variables estudiades per les quatre varietats d'enciam procedents de la finca Eco Penedès (Vilafranca del Penedès) i de la finca Aurora del Camp (Maresme). * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, 'ns' no significatiu.

Conclusions

1. La varietat és el principal factor que determina el contingut de matèria seca, fructosa, glucosa, ràtio fructosa:glucosa, nitrats, nitrits i sulfats dels enciams estudiats.
2. Romana és la varietat que major concentració de sucres presenta i per tant, podria ser la més atractiva pel consumidor. No obstant això, aquesta varietat podria comportar altes concentracions de nitrats a la dieta. Tenint en compte la dolçor i l'aportació de nitrats i nitrits a la dieta, concloem que Kirina seria la varietat més adient pel consum, ja que aportaria el major contingut de sucres respecte a la mínima ingesta de nitrats i nitrits.
3. La localitat és un factor que afecta el contingut de matèria seca, ràtio fructosa:glucosa i sulfats de l'enciam. Altres variables, com la fructosa i la glucosa, mostren diferències entre localitats si es té en compte la varietat d'enciam.
4. Vilafranca del Penedès serà la millor localitat per conrear la varietat Tres ulls, ja que les concentracions de sucres són més altes respecte al Maresme.

Bibliografia

- DuPont, M. S., Mondin, Z., Williamson, G., & Price, K. R. (2000). Effect of variety, processing, and storage on the flavonoid glycoside content and composition of lettuce endive. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(9), 3957–3964. <https://doi.org/10.1021/jf0002387>
- Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B., & Waterland, N. L. (2016). Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 19–34. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>
- Liu, C. W., Sung, Y., Chen, B. C., & Lai, H. Y. (2014). Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(4), 4427–4440. <https://doi.org/10.3390/ijerph110404427>
- Maynard, D. N. (1979). Nutritional disorders of vegetable crops: A review. *Journal of Plant Nutrition*, 1(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/01904167909362696>
- Mirvish, S. S. (1983). The etiology of gastric cancer. Intragastric nitrosamide formation and other theories. *J Natl Cancer Inst*, 71(3), 629–647. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=6350677
- Mou, B. (2005). Genetic variation of beta-carotene and lutein contents in lettuce. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130(6), 870–876. <https://doi.org/10.21273/jashs.130.6.870>
- Mou, B. (2008). Lettuce. *Vegetables I*, 75–116. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30443-4_3
- Mou, B. (2009). Nutrient Content of Lettuce and its Improvement. *Current Nutrition & Food Science*, 5(4), 242–248. <https://doi.org/10.2174/157340109790218030>
- Mou, B. (2012). Nutritional Quality of Lettuce. *Current Nutrition & Food Science*, 8(3),



177–187. <https://doi.org/10.2174/157340112802651121>

Niñirola, D., Conesa, E., & Fernández, C. E. J. A. (2007). *Influencia de la salinidad de la solución nutritiva en la calidad y producción de dos cultivares de lechuga babyleaf*. 191–196.

Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. (2008). *EFSA Journal*, 6(6), 689. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.689>

Oliver, J. (2013). 濟無No Title No Title. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Peres, M., & Fruit, P. (2013). *Arròs Hortalisses fresques Mandarines Peres Pomes Fruit a de pinyol Fruit a sec a O li*.

Plans, M., Simó, J., Casañas, F., & Sabaté, J. (2012). Near-infrared spectroscopy analysis of seed coats of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.): A potential tool for breeding and quality evaluation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(3), 706–712. <https://doi.org/10.1021/jf204110k>

Poulsen, N., Johansen, A. S., & Sørensen, J. N. (1995). Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce - 4. Quality changes during storage. *Plant Foods for Human Nutrition*, 47(2), 157–162. <https://doi.org/10.1007/BF01089265>

Reinink, K., Groenwold, R., & Bootsma, A. (1987). Genotypical differences in nitrate content in *Lactuca sativa* L. and related species and correlation with dry matter content. *Euphytica*, 36(1), 11–18. <https://doi.org/10.1007/BF00730642>

Reinink, Kees. (1993). Relationship between effects of seasonal change on nitrate and dry matter content in lettuce. *Scientia Horticulturae*, 53(1–2), 35–44. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(93\)90135-D](https://doi.org/10.1016/0304-4238(93)90135-D)

Sakamoto, K., KoGI, M., & Yanagisawa, T. (2014). Effects of salinity and nutrients in seawater on hydroponic culture of red leaf lettuce. *Environmental Control in Biology*, 52(3), 189–195. <https://doi.org/10.2525/ecb.52.189>

Sánchez, T. (2010). Evaluación de la calidad de lechuga (*Lactuca sativa* L .) respecto a

su contenido de nitratos y materia seca Assessing the quality of lettuce (*Lactuca sativa* L .) for nitrate and dry matter contents. *Rev. de La Fac. de Agronomía*, 21, 29–36.

Santamaria, P., Elia, A., Serio, F., & Todaro, E. (1999). A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(13), 1882–1888. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199910\)79:13<1882::AID-JSFA450>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199910)79:13<1882::AID-JSFA450>3.0.CO;2-D)

Siomos, A. S., Papadopoulou, P. P., Dogras, C. C., Vasiliadis, E., Dosas, A., & Georgiou, N. (2002). Lettuce composition as affected by genotype and leaf position. *Acta Horticulturae*, 579, 635–639. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.579.112>

Statement on possible public health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables. (2016). *EFSA Journal*, 8(12), 2010–2012. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1935>

Valdés, A. (2015). *Contenido de nitratos en lechuga (Lactuca sativa L .) cultivada en la 3ª Zona de Riego del Río Mendoza*. 1–58.



Annex

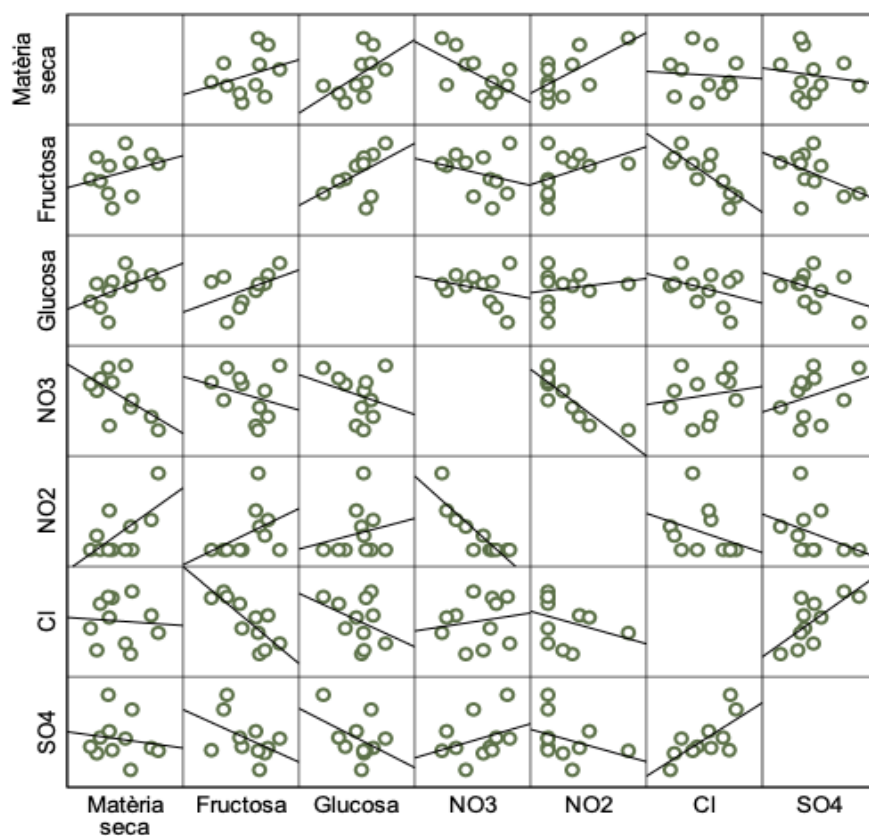


Figura Annex 1. Correlacions bivariades entre varietats (N=11) per les variables estudiades.